Capítulo DOIS

Herança e Polimorfismo

Objetivos do Exame

- Implementar herança, incluindo modificadores de visibilidade e composição.
- Sobrescrever os métodos hashCode, equals e toString da classe Object.
- Implementar polimorfismo.
- Desenvolver código que utiliza classes e métodos abstratos.

Herança

No núcleo de uma linguagem orientada a objetos está o conceito de herança.

Em termos simples, herança refere-se a uma relação **É-UM** (*IS-A*) onde uma classe (chamada superclasse) fornece atributos e métodos comuns para classes derivadas ou mais especializadas (chamadas subclasses).

Em Java, uma classe só pode herdar de uma única superclasse (**herança singular**). Claro, a única exceção é java.lang.Object, que **não tem superclasse**. Essa classe é a superclasse de todas as classes.

A palavra-chave extends é usada para especificar essa relação. Por exemplo, um martelo **É-UMA** ferramenta, então podemos modelar isso como:

```java
class Tool {
    public int size;
}

class Hammer extends Tool {

}
```

Como size é um atributo public, ele é herdado por Hammer:

```java
Hammer hammer = new Hammer();
hammer.size = 10;
```

Do capítulo anterior, sabemos que apenas membros private e com visibilidade padrão (default), quando a subclasse está definida em um pacote diferente da superclasse, **não são herdados**.

Um atributo ou método é herdado com o mesmo nível de visibilidade definido na superclasse. No entanto, no caso de métodos, **você pode torná-los mais visíveis**, mas **não pode torná-los menos visíveis**:

```java
class Tool {
    public int size;
    public int getSize() { return size; }
}

class Hammer extends Tool {
    private int size; // Sem problema!
    // Erro de compilação
    private int getSize() { return size; }
}
```

Não há problema para atributos porque estamos criando um **NOVO** atributo em Hammer que **oculta** aquele herdado de Tool, quando o nome é o mesmo.

Aqui estão as coisas que você pode fazer em uma subclasse:

- Atributos herdados podem ser usados diretamente, como qualquer outro.
- Um atributo pode ser declarado na subclasse com o mesmo nome de um na superclasse, ocultando-o.
- Novos atributos que não existem na superclasse podem ser declarados na subclasse.
- Métodos herdados podem ser usados diretamente como estão.
- Um novo método de instância pode ser declarado na subclasse com a mesma assinatura de um na superclasse, sobrescrevendo-o.
- Um novo método static pode ser declarado na subclasse com a mesma assinatura de um na superclasse, ocultando-o.
- Novos métodos que não existem na superclasse podem ser declarados na subclasse.
- Um construtor pode ser declarado na subclasse que invoca o construtor da superclasse, de forma implícita ou usando a palavra-chave super.

Portanto, para métodos, **reduzir sua visibilidade não é permitido** porque eles são tratados de maneira diferente. Em outras palavras, os métodos são **sobrescritos** ou **sobrecarregados**.

Além disso, pense sobre isso. Por causa do encapsulamento, os atributos devem estar escondidos, mas com métodos, se uma subclasse **não tiver um método** da superclasse, **a subclasse não pode ser usada onde a superclasse é usada**.
Isso é chamado de **princípio da substituição de Liskov**, o qual é importante no polimorfismo, e revisaremos depois de falar sobre **métodos sobrescritos e sobrecarregados**.

Implementar uma interface é, de certa forma, um tipo de herança porque compartilham algumas características comuns. Mas ao fazer isso, a relação se torna **TEM-UM** (*HAS-A*).
Falaremos mais sobre isso no Capítulo 4.

Sobrecarga e Sobrescrita

A diferença entre **sobrecarga** (*overloading*) e **sobrescrita** (*overriding*) está muito relacionada com **assinaturas de métodos**.

Em poucas palavras, a **assinatura de um método** é o nome do método e a lista de seus parâmetros (**tipos e número de parâmetros incluídos**).
Observe que **tipos de retorno não estão incluídos** nessa definição.

Falamos de **sobrecarga** quando um método muda a assinatura do método, alterando a lista de parâmetros de outro método (que pode ser herdado), mantendo o mesmo nome.

```java
class Hotel {
    public void reserveRoom(int rooms) { ... }
}

class ThreeStarHotel extends Hotel {
    // Sobrecarga do método #1
    public void reserveRoom(List<Room> rooms) {
        ...
    }
    // Sobrecarga do método #2
    public void reserveRoom(
            int rooms, int numberPeople) {
        ...
    }
}
```

Mudar **apenas o tipo de retorno** gerará um erro de compilação:

```java
class ThreeStarHotel extends Hotel {
    // Erro de compilação, reserveRoom é visto como duplicado
    public void reserveRoom(List<Room> rooms) {
        ...
    }
    public boolean reserveRoom(List<Room> rooms) {
        ...
    }
}
```

Exceções na cláusula throws **não são consideradas** na sobrecarga, então novamente, mudar apenas a lista de exceções gerará erro de compilação:

```java
class ThreeStarHotel extends Hotel {
    // Erro de compilação, reserveRoom é visto como duplicado
    public void reserveRoom(List<Room> rooms)
        throws RuntimeException {
        ...
    }
    public boolean reserveRoom(List<Room> rooms)
        throws NullPointerException {
        ...
    }
}
```

Quando um método sobrecarregado é chamado, o compilador tem que decidir **qual versão do método será chamada**.
O primeiro candidato óbvio é chamar o método que **exatamente corresponde ao número e tipo dos argumentos**.
Mas o que acontece quando **não há correspondência exata**?

A regra a lembrar é que o Java buscará a **correspondência mais próxima primeiro**
(isto significa: um tipo maior, uma superclasse, um tipo com autoboxing ou um tipo mais específico).

```java
class Print {
    static void printType(short param) {
        System.out.println("short");
    }
    static void printType(long param) {
        System.out.println("long");
    }
    static void printType(Integer param) {
        System.out.println("Integer");
    }
    static void printType(CharSequence param) {
       System.out.println("CharSequence");
    }

    public static void main(String[] args) {
        byte b = 1;
        int i = 1;
        Integer integer = 1;
        String s = "1";

        printType(b);
        printType(i);
        printType(integer);
        printType(s);
    }
}
```

Saída:

```vbnet
short
long
Integer
CharSequence
```

Na primeira chamada de método, o tipo do argumento é byte. Não há método que receba byte, então o tipo maior mais próximo é short.

Na segunda chamada, o tipo do argumento é int. Não há método que receba int, então o tipo maior mais próximo é long (observe que isso tem maior precedência que Integer).

Na terceira chamada, o tipo do argumento é Integer. Existe um método que recebe Integer, então este é chamado.

Na última chamada, o tipo do argumento é String. Não há método que receba String, então a superclasse mais próxima é CharSequence.

Se **não puder encontrar uma correspondência** ou **se o compilador não conseguir decidir** porque a chamada é ambígua, um erro de compilação será lançado. Por exemplo, considerando a classe anterior, o seguinte causará erro porque **não existe tipo maior que double** e **não pode ser autoboxado para Integer**:

```java
// Não encontra uma correspondência
double d = 1.0;
printType(d);
```

O exemplo a seguir é uma chamada ambígua, assumindo os métodos:

```java
static void printType(float param, double param2) {
    System.out.println("float-double");
}
static void printType(double param, float param2) {
    System.out.println("double-float");
}
```

```java
// Chamada ambígua
printType(1, 1);
```

Construtores de uma classe também podem ser sobrecarregados.

Na verdade, você pode chamar um construtor a partir de outro usando a palavra-chave this:

```java
class Print {
    Print() {
        this("Chamando com argumento padrão");
    }
    Print(String s) {
        System.out.println(s);
    }
}
```

Falamos de sobrescrita (*overriding*) quando a **assinatura do método é a mesma**, mas por algum motivo, queremos redefinir um **método de INSTÂNCIA** na subclasse.

```java
class Hotel {
    public void reserveRoom(int rooms) {
        ...
    }
}
class ThreeStarHotel extends Hotel {
    // Sobrescrita de método
    public void reserveRoom(int rooms) {
        ...
    }
}
```

Se um método static com a mesma assinatura de um método static na superclasse for definido na subclasse, então o método é **ocultado** (*hidden*), em vez de sobrescrito.

Existem algumas regras ao sobrescrever um método:

- O modificador de acesso deve ser o mesmo ou com **mais visibilidade**:

```java
class Hotel {
    public void reserveRoom(int rooms) {
        ...
    }
}
class ThreeStarHotel extends Hotel {
    // Erro de compilação
    protected void reserveRoom(int rooms) {
        ...
    }
}
```

O tipo de retorno deve ser o mesmo ou um subtipo:

```java
class Hotel {
    public Integer reserveRoom(int rooms) {
        ...
    }
}

class ThreeStarHotel extends Hotel {
    // Erro de compilação
    public Number reserveRoom(int rooms) {
        ...
    }
}
```

As exceções na cláusula throws devem ser as mesmas, menores ou **subclasses** dessas exceções:

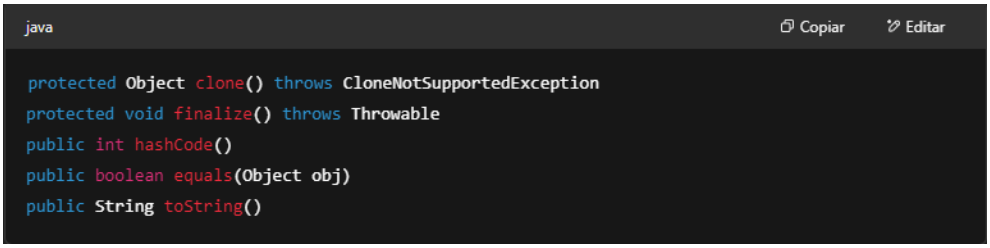
```java
class Hotel {
    public void reserveRoom(int rooms)
            throws IOException {
        ...
    }
}

class ThreeStarHotel extends Hotel {
    // Erro de compilação
    public void reserveRoom(int rooms) throws Exception {
        ...
    }
}
```

A sobrescrita é um conceito crítico no polimorfismo, mas antes de tratar desse tópico, vejamos alguns métodos importantes da classe java.lang.Object, que, na maioria das vezes, precisaremos sobrescrever.

Métodos da Classe Object

Em Java, todos os objetos herdam de java.lang.Object.

Essa classe possui os seguintes métodos que podem ser sobrescritos (redefinidos):



Os métodos mais importantes — aqueles que **quase sempre você vai querer redefinir** — são:

- hashCode
- equals
- toString

public int hashCode()

Retorna um valor de código hash para o objeto. O valor retornado deve obedecer ao seguinte contrato:

- Sempre que for invocado no mesmo objeto mais de uma vez durante a execução de uma aplicação Java, o método hashCode **deve retornar consistentemente o mesmo valor inteiro**, desde que nenhuma informação usada nas comparações com equals seja modificada.
  Esse valor **não precisa permanecer consistente entre execuções** diferentes da mesma aplicação.
- Se dois objetos são iguais de acordo com o método equals(Object), então chamar hashCode em cada um **deve retornar o mesmo valor inteiro**.
- Não é obrigatório que, se dois objetos **não forem iguais** segundo equals(Object), seus métodos hashCode retornem inteiros diferentes.
  Entretanto, **produzir resultados distintos para objetos não iguais pode melhorar a performance de tabelas hash (hash tables)**.

---

public boolean equals(Object obj)

Indica se outro objeto é **igual ao objeto que chama o método**.
É necessário sobrescrever o método hashCode sempre que equals for sobrescrito, uma vez que o contrato de hashCode exige que objetos iguais tenham o mesmo código hash.

Este método é:

- **Reflexivo**: para qualquer valor de referência não nulo x, x.equals(x) deve retornar true.
- **Simétrico**: para quaisquer valores de referência não nulos x e y, x.equals(y) deve retornar true se e somente se y.equals(x) retornar true.
- **Transitivo**: para quaisquer valores de referência não nulos x, y e z, se x.equals(y) for true e y.equals(z) for true, então x.equals(z) deve retornar true.
- **Consistente**: para quaisquer valores de referência não nulos x e y, múltiplas invocações de x.equals(y) devem retornar consistentemente true ou false, desde que nenhuma informação usada na comparação seja modificada.
- Para qualquer valor de referência não nulo x, x.equals(null) deve retornar false.

---

public String toString()

Retorna uma representação em String do objeto.
O método toString da classe Object retorna uma string que consiste no nome da classe da qual o objeto é instância, seguido pelo caractere @ e pela representação hexadecimal não assinada do código hash do objeto.

Para sobrescrever esses métodos, basta seguir as regras gerais de sobrescrita:

- O modificador de acesso deve ser o mesmo ou mais acessível
- O tipo de retorno deve ser o mesmo ou uma subclasse
- O nome do método deve ser o mesmo
- A lista de tipos de argumentos deve ser a mesma
- As mesmas exceções (ou suas subclasses) podem ser lançadas

Em poucas palavras: defina o método exatamente como ele aparece na classe java.lang.Object.

Polimorfismo

Polimorfismo é a capacidade de um objeto variar seu comportamento com base em seu tipo.
Isso é melhor demonstrado com um exemplo:

java Copiar Editar

```java
class HumanBeing {
    public void dress() {
        System.out.println("Dressing a human being");
    }
}
class Man extends HumanBeing {
    public void dress() {
        System.out.println("Put on a shirt");
        System.out.println("Put on some jeans");
    }
}
class Woman extends HumanBeing {
    public void dress() {
        System.out.println("Put on a dress");
    }
}
class Baby extends HumanBeing {
    public void dress() {
        System.out.println("I don't know how to dress!");
    }
}
```

E agora, vamos criar alguns seres humanos para ver o polimorfismo em ação:

java Copiar Editar

```java
HumanBeing[] someHumans = new HumanBeing[3];
someHumans[0] = new Man();
someHumans[1] = new Woman();
someHumans[2] = new Baby();

for(int i = 0; i < someHumans.length; i++) {
    someHumans[i].dress();
    System.out.println();
}
```

Saída:

```vbnet
Put on a shirt
Put on some jeans

Put on a dress

I don't know how to dress!
```

Mesmo usando HumanBeing, a JVM decide **em tempo de execução** qual método chamar com base no **tipo do objeto atribuído**, e não no tipo da referência da variável.

Isso é chamado de **invocação de método virtual**, um nome chique para sobrescrita.

A sobrescrita também é conhecida como **polimorfismo dinâmico** porque o tipo do objeto é decidido em **tempo de EXECUÇÃO**.

Por contraste, a sobrecarga é chamada de **polimorfismo estático** porque é resolvida em **tempo de COMPILAÇÃO**.

Classes e Métodos Abstratos

Se examinarmos o exemplo anterior, acredito que concordaremos que a implementação do método dress() na classe HumanBeing **não soa exatamente correta**.

Na maioria das vezes, trabalharemos com algo mais concreto, como um Man ou uma Woman, portanto, **não há necessidade de instanciar diretamente a classe HumanBeing**.
No entanto, uma abstração comum dessas classes pode ser útil.
Usar uma **classe abstrata** (ou método abstrato) é a melhor opção para modelar esses casos.

Regras de classes abstratas:

Classes abstratas **NÃO PODEM ser instanciadas**, apenas estendidas.
São declaradas com a palavra-chave abstract:

```java
abstract class AClass { }
```

Métodos abstratos são declarados **SEM implementação** (sem corpo), como isto:

```java
abstract void AMethod();
```

Então, no exemplo anterior, é melhor modelar toda a classe HumanBeing como abstract para que ninguém possa usá-la diretamente:

```java
abstract class HumanBeing {
    public abstract void dress();
}
```

Agora, o seguinte causará **erro de compilação**:

```java
HumanBeing human = new HumanBeing();
```

E isso faz sentido: **não há garantias de que uma classe abstrata terá todos os seus métodos implementados**. Chamar um método não implementado seria um fracasso épico.

Regras ao trabalhar com métodos e classes abstratas:

- A palavra-chave abstract **só pode ser aplicada a classes ou métodos não estáticos**.

```java
abstract class AClass {
    // Erro de compilação
    public static abstract void AMethod();
}
```

Uma classe abstrata **não precisa declarar métodos abstratos** para ser abstrata.

```java
abstract class AClass { } // Sem problema
```

Se uma classe incluir métodos abstratos, **ela mesma deve ser declarada como abstrata**.

```java
class AClass { // Erro de compilação
    public abstract void AMethod();
}
```

Se a subclasse de uma classe abstrata **não fornecer implementação para todos os métodos abstratos**, **ela também deve ser declarada como abstrata**.

```java
// Erro de compilação
class Man extends HumanBeing { }
```

Métodos de uma interface são considerados abstratos, portanto, uma classe abstrata que implementa uma interface **pode implementar alguns ou nenhum dos métodos da interface**.

```java
// Sem problema
abstract class AClass implements Runnable {}
```

Pontos-Chave

- **Herança** refere-se a uma relação **É-UM**, onde uma classe (superclasse) fornece atributos e métodos comuns para classes derivadas ou mais especializadas (subclasses).

O que você pode fazer em uma subclasse:

- Usar atributos herdados diretamente.
- Declarar um atributo com o mesmo nome de um da superclasse, ocultando-o.

- Declarar novos atributos que não existem na superclasse.
- Usar métodos herdados diretamente como estão.
- Declarar um novo método de instância com a mesma assinatura, sobrescrevendo-o.
- Declarar um novo método estático com a mesma assinatura, ocultando-o.
- Declarar novos métodos não existentes na superclasse.
- Declarar um construtor que invoque o da superclasse, de forma implícita ou usando super.

- A **assinatura de um método** é o nome do método + lista de parâmetros (tipo e quantidade).
  Tipos de retorno **não estão incluídos**.
- **Sobrecarga** ocorre quando um método muda a lista de parâmetros de outro, mantendo o mesmo nome.
- **Sobrescrita** ocorre quando a assinatura é a mesma, mas queremos redefinir o método na subclasse.
- Os métodos mais importantes de java.lang.Object que geralmente devem ser redefinidos são:
  - public int hashCode()
  - public boolean equals(Object obj)
  - public String toString()

- Com o **polimorfismo**, as subclasses podem definir seus próprios comportamentos (diferentes dos da superclasse), e a JVM chamará o método apropriado do objeto.
  Esse comportamento é chamado de **invocação de método virtual**.
- **Classes abstratas NÃO podem ser instanciadas**, apenas estendidas.
  Métodos abstratos são declarados **sem corpo**.
- abstract só pode ser aplicado a classes ou métodos não estáticos.
- Uma classe abstrata **não precisa** declarar métodos abstratos para ser abstrata.
- Se uma classe possui métodos abstratos, ela **deve ser declarada como abstrata**.
- Se uma subclasse não implementar todos os métodos abstratos, ela também deve ser abstrata.
- Métodos de uma interface são abstratos; logo, uma classe abstrata que implementa uma interface pode implementar alguns ou nenhum desses métodos.

Autoavaliação

1. Dado:

```java
public class Question_2_1 {
    protected int id;
    protected String name;

    protected boolean equals(Question_2_1 q) {
        return this.name.equals(q.name);
    }

    public static void main(String[] args) {
        Question_2_1 q1 = new Question_2_1();
        Question_2_1 q2 = new Question_2_1();
        q1.name = "q1";
        q2.name = "q1";

        if(q1.equals((Object)q2)) {
            System.out.println("true");
        } else {
            System.out.println("false");
        }
    }
}
```

Qual é o resultado?
A. true
B. false
C. A compilação falha
D. Uma exceção ocorre em tempo de execução

2. Qual dos seguintes é um método da classe java.lang.Object que pode ser sobrescrito?
A. public String toString(Object obj)
B. public int equals(Object obj)
C. public int hashCode(Object obj)
D. public int hashCode()

3. Dado:

```java
public class Question_2_3 {
    public static void print(Integer i) {
        System.out.println("Integer");
    }
    public static void print(Object o) {
        System.out.println("Object");
    }
    public static void main(String[] args) {
        print(null);
    }
}
```

Qual é o resultado?
A. Integer
B. Object
C. A compilação falha
D. Uma exceção ocorre em tempo de execução

4. Dado:

```java
class SuperClass {
    public static void print() {
        System.out.println("Superclass");
    }
}
public class Question_2_4 extends SuperClass {
    public static void print() {
        System.out.println("Subclass");
    }
    public static void main(String[] args) {
        print();
    }
}
```

Qual é o resultado?

A. Superclass
B. Subclass
C. A compilação falha
D. Uma exceção ocorre em tempo de execução

5. Dado:

```java
abstract class SuperClass2 {
    public static void print() {
        System.out.println("Superclass");
    }
}
class SubClass extends SuperClass2 {}
public class Question_2_5 extends SuperClass {
    public static void main(String[] args) {
        SubClass subclass = new SubClass();
        subclass.print();
    }
}
```

Qual é o resultado?

A. Superclass
B. A compilação falha porque uma classe abstrata não pode ter métodos static
C. A compilação falha porque SubClass não implementa o método print()
D. A compilação falha porque SubClass não possui um método print()
E. Uma exceção ocorre em tempo de execução

6. Dado:

```java
abstract class SuperClass3 {
    public void print() {
        System.out.println("Superclass");
    }
}
public class Question_2_6 extends SuperClass3 {
    public void print() {
        System.out.println("Subclass");
    }
    public static void main(String[] args) {
        Question_2_6 q = new Question_2_6();
        ((SuperClass3)q).print();
    }
}
```

Qual é o resultado?

A. Superclass
B. Subclass
C. A compilação falha
D. Uma exceção ocorre em tempo de execução